Zur Embryologie der Farne.

Von **H. Leitgeb.**

(Mit 1 Tafel.)

Die zahlreichen Untersuchungen über Embryologie der Farne, welche in meinem Laboratorium schon seit längerer Zeit von Herrn F. Vouk waren unternommen worden, hatten, entsprechend den Angaben früherer Forscher ergeben, dass die erste Theilungswand in ihrer Lage gegen die Archegonaxe ziemlich variabel ist. Die kritische Durchsicht der Literatur und namentlich die Angaben Hofmeister's über einige abnorm gebildete Farnembryonen und ebenso die Thatsache, dass die Anlage der ersten Organe am Embryo der Equisetaceen in Bezug auf ihre Orientirung zum Prothallium eine andere ist, als bei den übrigen Gefässcryptogamen, und dass dieser abweichenden Orientirung auch eine andere Stellung der Archegonien am Prothallium entspricht, hatten die Vermuthung nahe gelegt, es könne diesbezüglich vielleicht die Schwerkraft orientirend wirken, und es könne vielleicht die erste Theilung im Embryo in ihrer Richtung durch die Schwerkraft beeinflusst sein.[1]

Der Beantwortung dieser Frage stehen aber bedeutende Schwierigkeiten entgegen. Die Prothallien der Polypodiaceen sind nie vollkommene Ebenen, und namentlich zeigt die Mediane derselben, wo ja vorzüglich die Archegonien sitzen, äusserst unregelmässige Krümmungen, so dass es nicht angeht, aus der Lage des Prothalliums, wie es sich als Ganzes zeigt, einen Schluss auf die Lage des Archegoniums, und somit auch der Embryoanlage ziehen zu wollen. Anderseits kann auch die Lage eines einen Embryo einschliessenden Archegons zur Zeit

---

[1] Es wurde diese Möglichkeit auch schon seinerzeit ausgesprochen. Vergl. F. Vouk: Entwicklung des Embryo von Asplenium Shepherdi. Sitz. Ber. d. k. Ak. d. W. Wien 1877, p. 8.

der Bildung der ersten Scheidewand eine andere gewesen sein, als die, wie sie sich in dem Momente zeigt, wo man die Einsammlung behufs weiterer Untersuchung vorgenommen, da ja das mit der Embryoentwicklung zugleich eintretende stärkere Wachsthum der Archegon- (Bauch-)hülle immerhin Verschiebungen des Embryo aus seiner ursprünglichen Lage bewirken kann, anderseits aber auch die Lage des Prothalliums durch äussere Einflüsse, wie mechanische Verschiebungen durch benachbarte, im Wachsthum begriffene Prothallien oder durch herumkriechende Thiere, und ebenso wie durch die Wirkung von Licht und Schwerkraft etc. spätere Veränderungen erleiden kann.

Aus alldem ergibt sich, dass die diesbezüglichen Untersuchungen an Prothallien, die an natürlichen Standorten gesammelt werden, auch wenn man früher deren Orientirung so weit als möglich genau untersucht und sich gemerkt hat, keine Verlässlichkeit beanspruchen können.

Aber auch bei Culturen begegnet man nahezu denselben Schwierigkeiten. Schon seit geraumer Zeit wurden solche Culturen in verschiedenster Weise abgeändert; es wurden aber bis jetzt keine befriedigenden Resultate erzielt.

Wir griffen daher zu einem anderen Untersuchungsobject, den Makrosporen der Rhizocarpeen. Die Kleinheit des Prothalliums, namentlich bei *Marsilia*, seine gegen die Makrospore genau bestimmte Lage und weiters die Grösse der letzteren, welche es gestattet, sie in jeder beliebigen Richtung zu fixiren, waren lauter günstige Umstände, welche ein Gelingen der Versuche im Vorhinein wahrscheinlich machten. Anderseits war aber wieder wohl zu berücksichtigen, dass der Embryo hier viel länger als bei den Polypodiaceen an die Nahrungsaufnahme aus der Makrospore (respective dem Prothallium) gebunden ist, also auch in der Lage seiner Organe gegen diese viel abhängiger sein muss, als bei jenen Pflanzen, wo derselbe zum mindesten nach drei Seiten hin im Prothallium dieselben Ernährungsverhältnisse vorfindet, und somit auch mit der Lage seines Saugorgans (des Fusses) nicht an eine bestimmte Stelle (bei *Marsilia* an die der Makrospore zugewendete Seite) gebunden ist.

Es war also im Vorhinein ganz unwahrscheinlich, dass es gelingen könnte, die normale Lage des Fusses abzuändern, also

etwa dessen Ausbildung in dem, dem Archegonhalse zugekehrten Quadranten zu veranlassen und in dem normal fussbildenden Quadranten etwa die Wurzelanlage zu erziehen.

Bei den Polypodiaceen und auch bei *Salvinia*, wo am Prothallium Scheitel und Basis immer erkennbar sind, liegt die epibasale Embryohälfte[1] dem Scheitel desselben zugekehrt; aber es wurde schon von Vouk auf den von Hofmeister beschriebenen Fall hingewiesen, wo diese Embryohälfte der Basis des Prothalliums zugekehrt war, und wo somit eine Umdrehung des Embryo stattgefunden hatte. Bei *Marsilia* tritt eine Flächenentwicklung des Prothalliums gar nicht ein, und es können somit auch ähnliche Beziehungen in der Lage des Embryo gegen das Prothallium gar nicht Platz greifen. Freilich ist es der Analogie nach wahrscheinlich, dass auch bei *Marsilia* das einzige Archegonium (sowie bei *Salvinia* die mehreren) rückenständig ist. Denn auch bei *Salvinia* entsteht das erste Archegon am Scheitel des noch kaum aus der Makrospore herausgetretenen Prothalliums, und kommt erst bei der weiteren Entwicklung dieses in die Rückenstellung. Es ist also wahrscheinlich, dass auch am Prothallium von *Marsilia* in der ersten Zeit ein Scheitel zu unterscheiden sei, der aber, da er nach der Anlage des Archegons sogleich seine zellbildende Thätigkeit einstellt, später nicht mehr erkennbar ist. Es könnte nun aber, wenn bei allen übrigen Farnen der Embryo so genau gegen Spitze und Basis des Prothalliums fixirt ist, dies auch bei *Marsilia* der Fall sein, und es könnte geschlossen werden, dass die Richtung der epibasalen Embryohälfte uns auch die Lage des ursprünglichen Prothalliumscheitels angäbe.

Es ergaben sich also bezüglich des Embryo von *Marsilia* folgende Fragen:

1. Ist die Wachsthumsaxe des Embryo durch seine Lage im Prothallium eine im Voraus bestimmte, und wenn nicht, wird sie vielleicht durch äussere Einflüsse bestimmt? und
2. Ist es möglich, die Organanlage in den Embryoquadranten durch Veränderung der Orientirung der befruchteten Eizelle gegen den Horizont zu verändern, in der Weise etwa, dass

[1] D. i. die Stamm- und Blattbildende. Vergl. Vouk, l. c. p. 25.

es gelänge, die Fussanlage in die dem Archegonhalse zugekehrte Hälfte und die der Wurzel in die nach der Makrospore sehende zu verlegen?

Im Nachfolgenden gebe ich die Resultate einiger diesbezüglich angestellter Untersuchungen. So unvollständig sie dermalen noch sind, so geben sie, wie ich glaube, denn doch schon einige interessante Resultate, und ich hoffe, dass ich das noch Fehlende in nächster Zeit, wo auch über andere Farne Mittheilungen folgen sollen, werde nachtragen können.

Es gelingt ohne viele Schwierigkeit, die Makrosporen von *Marsilia* in jeder beliebigen Lage in geeignetem Modellirwachs einzubetten.

Wir[1] machten zu diesem Behufe kleine Wachsplatten, und setzten die Spore auf denselben in genau verticaler Stellung so ein, dass etwa ein Dritttheil derselben im Wachse eingeschlossen wurde, der übrige Theil mit der Spitzenpapille aber frei hervorragte. An jedem Wachsplättchen wurde etwa ein halb Dutzend Sporen in dieser Weise fixirt, und es konnte nun die Wachsplatte in jede beliebige Neigung gebracht werden. Nun erst wurden Mikrosporen aus derselben Fruchtkapsel aber auch andere, nicht fixirte Makrosporen zugesetzt. Schon durch die sorgfältigen Untersuchungen Hanstein's[2] kennt man die Entwicklungszeiten, d. i. die Zeit bis zur Bildung des Archegons, Eintreten der ersten Theilungen in der befruchteten Eizelle etc. so genau als möglich, und wir hatten in dem mit ausgesäten Material freier (nicht fixirter) Sporen die Möglichkeit, die Entwicklung auch an den fixirten Sporen Schritt für Schritt zu verfolgen, und dieselben zur geeigneten Zeit zu untersuchen.

Die Beobachtungen Hanstein's zeigen, dass die befruchtete Eizelle durch eine in der Archegonaxe liegende Wand in zwei (etwas ungleiche) Hälften zerlegt wird. Aus der grösseren entwickelt sich der Stammtheil (epibasale Hälfte), aus der kleineren der Fuss und die Wurzel (hypobasale Hälfte). Dieser Wand folgt in beiden Hälften eine zweite horizontale, wodurch die Stamm-

---

[1] Bei diesen Experimenten, namentlich in Bezug auf Herrichtung und Einspannung der Objecte wurde ich durch meinen Assistenten, Herrn M. Waldner in vorzüglicher Weise unterstützt.

[2] In Pringsheim's Jahrbüchern, Bd. IV.

hälfte in den stamm- und den blattbildenden, die hypobasale in den wurzel- und den fussbildenden Quadranten zerlegt wird. Stamm- und fussbildende Quadranten liegen an der Seite nach der Makrospore hin, blatt- und wurzelbildende sind dem Archegonhalse zugekehrt.

Es ist nun von grosser Wichtigkeit, den Embryo in der Lage wie er sie im Prothallium einnimmt, der Beobachtung zu unterziehen. Bei jeder Präparation am Prothallium durch Schnitte ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, den Embryo — bei seiner leichten Verschiebbarkeit im Prothallium — aus seiner ursprünglichen Lage zu bringen, und wenn auch öfters die Durchsichtigmachung mit Kali-Alkohol ziemlich gut gelingt, so führt sie doch in ebenso vielen Fällen nicht zum Ziele. Nun hilft dabei aber der Umstand, dass an ganz jungen und noch wenigzelligen Embryonen auch nach dem Freipräpariren derselben die Stelle, an welcher die Bauchcanalzelle abgetrennt wurde, vollkommen scharf erkennbar ist, indem der Embryo an dieser Stelle eine napfförmige Einbuchtung zeigt.[1] Man ist dadurch in die Lage versetzt, auch an freipräparirten Embryonen auf deren ursprüngliche Lage im Archegonium zurückzuschliessen, also auch die Lage der ersten Wände in diesem, und somit auch in Bezug auf die in bestimmter Richtung fixirte Spore zu bestimmen.

Unsere Objecte wurden immer in der Weise untersucht, dass zuerst die Lage der Embryonaltheilungen im unverletzten Prothallium zu bestimmen versucht wurde, dann aber diese Beobachtungen noch am freipräparirten Embryo ihre Controle fanden.

Vertical auf- und abwärts gewachsene Archegonien (Prothallien) zeigten immer die normalen Verhältnisse: die erste Wand war immer in der Archegonaxe gelegen, und die vier ersten Organe traten ganz in derselben Lage gegen einander und gegen die Makrospore auf, wie sie von Hanstein war angegeben worden.

Ebenso zeigten die horizontal fixirten Makrosporen ihre erste Theilungswand in der Archegonaxe gelegen, dabei zeigte sich aber eine Wirkung der Schwerkraft ganz deutlich in der

---

[1] Vergl. Hanstein, l. c. Taf. XI, Fig. 10.

Weise, dass diese Wand unter allen Umständen horizontal war, also auf der Richtung der Schwerkraft senkrecht stand. Es war weiter die Organanlage immer in der Weise beeinflusst, dass die zenithwärts gekehrte Hälfte zur Stammhälfte sich ausbildete. Dabei war aber die Lage der Organe gegenüber der Makrospore immer dieselbe, wie bei gewöhnlicher Keimung an nicht fixirten Makrosporen, und wie an den vertical auf- und abwärts fixirten. Immer waren Stamm und Fuss der Spore zugekehrt. Ganz dieselbe Erscheinung zeigte sich, wenn die Makrosporen in einer schiefen Lage waren fixirt worden; immer zeigten die Embryonen ihre beiden Hälften vertical über einander gestellt und immer war die zenithwärts liegende die stammbildende.

Dass diese Orientirung eine Wirkung der Schwerkraft sei, dafür spricht auch der Umstand, dass horizontal fixirte Sporen bei langsamer Rotation um eine horizontale Axe ihren Cotyledo nach verschiedenen Richtungen orientirt zeigten.

Daraus ergibt sich:

Die Lage der ersten Theilungswand im Embryo von *Marsilia* ist insoweit eine ganz bestimmte und von äusseren Einflüssen unabhängige, als sie in jedem Falle die Archegonaxe in sich aufnimmt; es ist dieselbe aber um die letztere drehbar und nimmt, sobald die Archegonaxe aus der Verticalen heraustritt, die Lage ein, dass der Embryo in eine obere (zenithwärts gekehrte) Stamm- (epibasale) Hälfte und eine untere fuss- und wurzelbildende (hypobasale) zerlegt wird.

Es gilt dies aber, wie gesagt, nur für die ursprüngliche Lage der ersten Theilungswand, während sie an weiter entwickelten Embryonen allerdings nicht unbedeutende Verschiebungen erleiden kann, und auch die ersten Organe in Folge nachträglichen, bald da, bald dort überwiegenden Wachsthumes ihre gegenseitige Lage und die gegen die Makrospore nicht unbedeutend verändern können. So müsste das erste Blatt (Keimblatt-Cotyledo) seiner Anlage und ursprünglichen Wachsthumsrichtung nach seine Längsaxe senkrecht gegen die der Makrospore gestellt haben. Wir sehen dies auch an schon ziemlich weit entwickelten Keimen normal eingehalten, wenn

die Makrosporen in horizontaler Lage (und dies ist ja auch bei der Keimung an natürlichen Standorten und bei nicht fixirten Makrosporen in der Regel der Fall) fixirt werden. An vertical nach aufwärts gewachsenen Prothallien aber steht an weiter entwickelten Keimpflänzchen (wenn etwa das Keimblatt das Prothallium zu durchbrechen beginnt) auch das Keimblatt häufig vertical, und es fällt somit seine Längsachse mit der der Makrospore zusammen. Man könnte also bei nur oberflächlicher Betrachtung eine andere Orientirung der ersten Organe gegen die Makrospore vermuthen. Doch zeigt auch hier die genauere Untersuchung, dass diese gleich geblieben, und nur in späteren Wachsthumsvorgängen der Grund des scheinbar abnormen Verhaltens zu suchen ist.

Es ist bekannt, dass das Prothallium durch längere Zeit noch das heranwachsende Pflänzchen umgibt und später erst durchbrochen wird. Es ist in seiner Wachsthumsrichtung von der des Keimblattes abhängig, und erscheint daher auch in der Längsrichtung dieses in Länge gezogen.

Es gibt ferner Hanstein[1] an, dass zugleich mit der beginnenden Entwicklung des Keimes die Oberflächenzellen des Prothalliums zu Rhizoiden auswachsen. Es beginnt diese Rhizoidenbildung an einer (meist etwas aufgetriebenen) Seite, und es greift von hier aus diese Bildung rings um das Prothallium um sich. „Die Stelle der frühesten stärksten Bewurzelung scheint nicht immer dieselbe zu sein, und mag von der Lage des Vorkeims gegen den Boden abhängen". Dies ist denn auch in der That der Fall, und es zeigt sich dies selbstverständlich bei horizontal fixirten Makrosporen, wo dann die erdwärts gekehrte Seite des Prothalliums schon sehr lange Rhizoiden zeigt, während seine ganze übrige Oberfläche noch vollkommen glatt ist. Es erscheinen dabei auch die Prothallien in verticaler Richtung gestreckt, und namentlich zeigt sich die erdwärts gekehrte Seite gefördert.

Diese Gestaltsveränderung des Prothalliums unter dem Einfluss der Schwerkraft ist von der Entwicklung des Embryo unabhängig. Wenigstens beobachtete ich derart ausgebildete

---

[1] L. c., p. 235.

Prothallien, deren Embryo noch vollkommen kugelig war und keine Theilungen zeigte. Auch beobachtete ich, dass vertical nach auf- oder abwärts gewachsene Prothallien ihre Rhizoiden viel später entwickelten, und dass dann keine Seite diesbezüglich erkennbar gefördert war.

Bei den eben besprochenen Untersuchungen und bei ähnlichen, die ich mit *Salvinia* anstellte, und die, weil noch nicht abgeschlossen, später publicirt werden sollen, war ich selbstverständlich genöthigt, die Embryonen in Bezug auf ihre ersten Theilungen und die Art der Anlage ihrer Organe mit Rücksicht auf die Angaben Hanstein's und Pringsheim's[1] zu studiren. Ich kam dabei theilweise zu etwas abweichenden Resultaten, und namentlich scheint mir der Aufbau des Embryo von *Salvinia* so wesentlich von den Angaben Pringsheim's abweichend, dass ich es gerade jetzt, wo die Embryologie der Farne so vielfach zum Ausgangspunkte vergleichend-embryologischer Betrachtungen und phylogenetischer Folgerungen gemacht wird, für zeitgemäss halte, meine diesbezüglichen Beobachtungen im Anschlusse mitzutheilen:

Was zuerst *Salvinia* betrifft, so ist hervorzuheben, — was, wie ich glaube, bei allen neueren Untersuchungen und Vergleichungen viel zu wenig geschehen ist, dass der Embryo dieser Pflanze nach den Darstellungen Pringsheim's in seinem ganzen Aufbaue eine von allen übrigen Farnen — selbst die nahe verwandte *Marsilia* nicht ausgenommen — durchaus gesonderte Stellung einnimmt.

Pringsheim fasst die erste Zelle des Embryo schon als Scheitelzelle des Stammes auf, in welcher in gleicher Segmentirung wie an erwachsenen Pflanzen Segmente gebildet werden. Das erste Segment, die hintere (dem Grunde des Prothalliums zugewendete) Hälfte darstellend, wird zum Stielchen, das zweite Segment bildet das Schildchen. Noch längere Zeit hält der Embryo (d. i. der embryonale Stamm) dieselbe Segmentirung ein, und bildet so zwei Reihen von Segmenten, die in einer

---

[1] In Pringsheim's Jahrbüchern, Bd. 111.

Verticalebene liegen. Nun aber erleidet der Vegetationskegel eine Drehung um 90° in der Weise, dass die nun folgenden Segmente nach rechts und links, also bei normaler Lage des Prothalliums in eine Horizontalebene zu liegen kommen. Auch der zum Schildchen werdende Quadrant (zweites Stengelsegment Pringsheim's) wiederholt durch längere Zeit die Segmentirung der Stammscheitelzelle durch Theilungen nach zwei Richtungen des Raumes, es entstehen so zwei (nach auf- und abwärts geneigte) Segmentreihen, welche mit den vor der Drehung des Stammscheitels gebildeten Segmenten in derselben (und zwar in einer Vertical-) Ebene liegen. Es kommt also, und das ist wesentlich, nach der Darstellung Pringsheim's wenigstens in der vorderen Hälfte gar nicht zur Bildung von Octanten, indem jene mit der ersten und zweiten Theilungswand kreutzende Verticalwand,[1] die nach den neueren Untersuchungen bei allen Polypodiaceen gleich nach Bildung der Quadranten entsteht, bei *Ceratopteris* nach Kny sogar schon als zweite Theilungswand des Embryo auftritt, hier gar nicht gebildet wird. Denken wir uns aber dieselbe durch einen nach der obigen Darstellung construirten Embryo hindurchgelegt, so halbirt sie die Scheitelzelle des Schildchens, wie die des Stammes, die ja genau median liegen.

Ich kam zu wesentlich abweichenden Resultaten: Der Embryo von *Salvinia* zerfällt, wie der aller übrigen Polypodiaceen (nach Kny *Ceratopteris* ausgenommen?) und ganz wie der von *Marsilia* in Octanten. Die erste Wand finde ich übereinstimmend mit Pringsheim als Verticalwand, und so den Embryo in eine vordere und eine hintere Hälfte zerlegend. Auch in Bezug auf die Lage der nächsten Theilungswand in beiden Hälften bestätige ich Pringsheim's Angaben. Bevor aber noch in den so gebildeten Quadranten weitere Theilungen eintreten, zerfällt jeder Quadrant durch eine Verticalwand in Octanten. Die beiden vorderen und oberen Octanten werden zum Schildchen, das also ganz in derselben Weise das Wachsthum beginnt, wie der Cotyledo von *Marsilia* und der „erste Wedel" bei *Ceratopteris* und überhaupt aller Farne.

---

[1] Häufig als Octantenwand bezeichnet.

Die Bildung der Octanten macht selbstverständlich auch die Constituirung der Stammscheitelzelle in der Mediane unmöglich. Es entwickelt sich der Stamm nämlich aus einem der vorderen und unteren Octanten, und liegt daher schon vom Anfange an seitlich und entspricht in dieser seiner Lage also vollkommen dem Stammscheitel von *Marsilia* und dem der Polypodiaceen.

Aber nicht sogleich nach Anlage der Octanten der Vorderhälfte tritt ihr später so abweichendes Verhalten hervor, sondern sie entwickeln sich anfangs in vollkommen gleicher Weise: Vorerst tritt in jedem derselben (wie es Vouk und Kienitz-Gerloff auch bei den Polypodiaceen gefunden, und wie es auch bei *Marsilia* vorkommt), eine der ersten Theilungswand parallele und dieser mehr genäherte Wand auf, welche aus dem Embryo eine aus vier quadrantisch geordneten Zellen gebildete Querscheibe herausschneidet, die mit Vouk ganz passend als das epibasale Glied bezeichnet werden kann.[1] Es tritt dieses epi-

[1] Es wäre im hohen Grade wünschenswerth, wenn für die ersten Theilwände des Embryo und die an ihm hervortretenden Zellencomplexe eine bestimmte Bezeichnungsweise vereinbart würde. Für die in der Archegonaxe (mehr weniger genau) gelegene, und den Embryo quer in zwei Hälften spaltende Wand, welche, soweit bis jetzt die Untersuchungen reichen, immer die erst gebildete ist, könnte wohl der Name „Halbirungswand" gebraucht werden. Aber sie halbirt häufig nicht die Embryoanlage (wie gerade bei *Salvinia*), wohl aber sondert sie immer zwei morphologisch sich später ganz verschieden verhaltende Embryopartien, hat, wie schon Hanstein hervorhob, die Bedeutung einer Vegetationsgrundfläche und kann somit, wie es Vouk vorgeschlagen, als „Basalwand" bezeichnet werden. Auch die Ausdrücke: Quadranten- und Octantenwand wären besser zu vermeiden, da sie nicht immer die gleich orientirten Wände (oder besser Wandcomplexe) bezeichnen. In der Regel wird allerdings durch eine horizontale Wand (Wandcomplex) die Quadrantenbildung eingeleitet, bei *Ceratopteris* aber entstehen diese durch eine Verticalwand, und nach Vouk für *Asplenium*, und nach meinen Beobachtungen für *Marsilia* kann die zweite Theilungsrichtung, welche immer zur Bildung von Quadranten führt, einmal horizontal, aber auch vertical gestellt sein. Wollte man aber, ohne Rücksicht auf die Entstehung von Quadranten und Octanten für die Bezeichnung nur die Lage der Theilungswand im Embryo gelten lassen, und, den häufigsten Fall als massgebend betrachtet, als Quadrantenwand die den Embryo quer durchsetzende, als Octantenwand die verticalgestellte bezeichnen, so kämen wir zur Anomalie, dass wie bei *Ceratopteris* die „Octantenwand" die Bildung von Quadranten einleiten würde. Die

basale Glied schon anfangs sehr scharf hervor, wird aber auch an ziemlich weit entwickelten Embryonen, vor der Streckung des Stielchens, als ziemlich scharf begrenzter Zellcomplex erkannt. Wir erkennen es auch in den Pringsheim'schen Abbildungen auf Taf. XXVIII, Fig. 3, 4, 5, wo es als „drittes Stammsegment“ und „erstes Blattsegment“ erscheint.

Pringsheim gibt an, dass das Stielchen aus der hinteren Embryohälfte (der hypobasalen) hervorgehe, welche bei anderen Farnen den Fuss und die erste Wurzel bildet. Ich glaube dagegen, dass diese Hälfte fast ganz verkümmert und auf einen wenig zelligen Complex reducirt bleibt, wogegen das Stielchen vorzüglich durch Streckung des epibasalen Gliedes ausgebildet wird, nach Pringsheim'scher Auffassung also aus dem dritten Stengelsegmente + dem ersten Schildchensegmente hervorgeht, und jedenfalls also der vorderen Embryohälfte angehört.

Ich will nun versuchen, das eben Gesagte durch einige Abbildungen zu erläutern:

Fig. 1 *a* stellt uns die Seitenansicht eines Embryo dar, der in Lage und Entwicklung ziemlich genau der Pringsheim'schen Figur 3 auf Taf. XXVIII entspricht. In Fig. 1 *b* ist die Rückenansicht dargestellt. Wir sehen, dass die beiden Embryohälften durch die Medianwand (Octantenwand) getheilt erscheinen, und dass in der epibasalen das epibasale Glied gebildet erscheint.

Bezeichnung aus ihrer Bedeutung für die spätere morphologische Differenzirung abzuleiten, geht ebenfalls nicht, da die Organe, wie es scheint, sich nicht immer auf die gleichen Quadranten und Octanten vertheilen. Ich glaube, dass es besser ist, möglichst indifferente Bezeichnungsweisen zu wählen und möchte, wie es Vouk gethan, für die den Embryo quer durchsetzende (meist als Quadrantenwand bezeichnete) den Ausdruck „Transversalwand“ für die darauf senkrecht stehende (meist als Octantenwand bezeichnete, bei *Ceratopteris* aber ihrer Bedeutung nach Quadranten bildende) den Ausdruck „Medianwand“ vorschlagen.

Nach Bildung der Octanten wird in jedem derselben eine an die „Basalwand“ anstossende Zelle abgeschnitten. Es entsteht so in jeder Embryohälfte eine Querscheibe von Zellen, die als solche häufig sehr scharf hervortritt (namentlich in der vorderen Hälfte, in der hinteren kommt es öfters nicht zu ihrer Bildung), und wir könnten die in der vorderen Hälfte gebildete Querscheibe als „epibasales Glied“ (die ganze Hälfte als epibasale) die in der hinteren (hypobasalen) Hälfte gebildete, als „hypobasales Glied“ bezeichnen. Vergl. Vouk, l. c.

Die Figuren 1 *c* und 1 *d* stellen uns die Ansichten in der Richtung der Transversalwand (Quadrantenwand) dar. Fig. 2 entspricht der Pringsheim'schen Fig. 4; Fig. 2 *b* ist die dazugehörige Rückenansicht (entspricht der Fig. 1 *b*). Das epibasale Glied, das schon in der Seitenansicht hervortrat, ist auch hier erkennbar. Fig. 2 *c* ist die Ansicht von unten: Die Theilungen in der hypobasalen Hälfte im Wesentlichen gleich, wie in der früheren Ansicht; auch hier erkennt man wieder das epibasale Glied, aber die Ausbildung der Vordertheile der beiden Octanten ist nicht mehr gleich, da einer derselben, in der Figur der obere, sich stärker hervorgewölbt hat und in der Anlage des Stammscheitels begriffen ist.

Fig. 3 entspricht ungefähr den Pringsheim'schen, Fig. 6 und 7 (in letzterer Figur lässt sich auch das epibasale Glied unschwer erkennen). Der stammbildende Octant ist noch stärker hervorgewölbt, und es hat sich schon die zweischneidige Stammscheitelzelle herausgebildet. Man sieht ferner, dass das epibasale Glied in der unteren Hälfte mit in die Bildung des Bulbus eintritt, der an weiter entwickelten Pflänzchen noch an der Basis des Stielchens erkennbar ist.

Der stammbildende Octant zeigt anfangs ganz dieselben Theilungen wie der neben ihm gelegene und wie die beiden zum Schildchen werdenden: Es treten successive Theilwände auf, die seinen Seitenwänden parallel sind. An seiner Spitze liegt also eine dreiseitig pyramidale Zelle. In dieser Zelle nun — und zwar nach der dritten oder vierten Theilung bildet sich die zweischneidige Scheitelzelle, welche also unmittelbar nach ihrer Entstehung ihre beiden Seitenwände seitlich hat, also mit den aus ihr sich bildenden ersten Segmenten schon dieselbe Lage zeigt, wie am erwachsenen Pflänzchen.

Der sterile Octant (sit venia verbo!) entwickelt sich anfangs vollkommen gleich (Fig. 2); in dem Maasse aber, als er im Wachsthume zurückbleibt, werden die Theilungen unregelmässig, und aus den peripherischen Zellen sprossen endlich Haare hervor, die später auch an anderen Stellen des sich bildenden Stammes hervortreten.

Das Schildchen zeigt in seinen Octanten anfangs ganz dieselben Theilungen; wächst aber vorzüglich in der Ebene des

ihm anliegenden epibasalen Gliedes durch Randwachsthum. In der Frontansicht des Embryo (Fig. 2 *d*, 3 *b*) hat es anfangs halbkreisförmige Gestalt. Indem die Punkte stärksten Wachsthumes durch das starke Randwachsthum scheinbar immer näher an einander rücken, wird es endlich zu einer kreisförmigen Scheibe, die nur eine schwache Ausbuchtung an der Stelle zeigt, wo der stammbildende Octant anliegt (Fig. 4). Es ist damit schon die künftige Form des Schildchens angedeutet, da es schon in diesem Stadium die Anlage der beiden Hörner zeigt.

Da es hier nicht meine Absicht ist, eine vollkommene Entwicklungsgeschichte zu geben, so übergehe ich das Detail in der weiteren Entwicklung der so am Embryo angelegten Gebilde. Doch möchte ich noch auf eine Lagenveränderung aufmerksam machen, welche der Embryo erleidet, die übrigens auch schon aus der Vergleichung der Pringsheim'schen Abbildungen ersichtlich ist: Unmittelbar nach Constituirung des Stammscheitels liegt derselbe schief nach vorne und unten (Taf. XXVIII, Fig. 8). Später ist er vertical nach unten gerichtet und die Fläche des Schildchens steht vertical (bei horizontaler Lage des Prothalliums). In dem Maasse nun, als sich das Schildchen immer weiter nach vorne neigt, wird die embryonale Axe ganz nach rückwärts umgebogen, und ihr Scheitel sieht jetzt nach der Makrospore hin (Taf. XXIX, Fig. 2). Diese Lagenveränderung erleidet derselbe dadurch, dass von dem sich bildenden Stielchen anfangs die dem Archegonhalse zugekehrte Hälfte stärker wächst, wozu aber wahrscheinlich das Flächenwachsthum des Schildchens, welches sich in der Fläche des Prothalliums am leichtesten Platz schafft, Anregung gibt. In diesem Entwicklungsstadium sehen also die beiden Hörner des Schildchens in gleicher Weise nach rückwärts. Da nun in späteren Stadien (Pringsheim's Figuren 5—9 auf Tafel XXVII), die Hörner und ebenso die Stammspitze wieder nach vorne schaut, so müssen diese Organe um nahezu 180° in der Verticalebene gedreht worden sein, was dadurch geschieht, dass die Streckung des Stielchens in der unteren Längshälfte in weit stärkerem Grade stattfindet, als in der oberen.

Die Entwicklung des Embryo von *Marsilia* wurde von Hanstein auf das Genaueste studirt, so dass ich hier weniger Gewicht darauf lege, einige unbedeutende Abweichungen meiner Beobachtungen zu constatiren, als vielmehr die Deutung, welche Hanstein der Art des embryonalen Aufbaues zu Grunde legt, auf Grund der oben gegebenen Entwicklung des *Salvinia*-Keimes zu modificiren. Hanstein schwebte bei der Deutung der Theilungsvorgänge jedenfalls die Pringsheim'sche Arbeit vor, und man erkennt das Bestreben, beide Entwicklungen möglichst unter einem Gesichtspunkte aufzufassen. So sucht Hanstein auch bei *Marsilia* die im Anfange zweischneidige Segmentirung herauszufinden. Nach Bildung der beiden Embryohälften, deren vordere als Stammscheitelzelle aufgefasst wird, bildet sich vorerst durch Bildung einer horizontalen Wand (Wand 1 der Hanstein'schen Figuren) die Anlage des Cotyledo (oberer Quadrant). Die untere Zelle (unterer Quadrant) soll nun durch eine schief geneigte Wand getheilt werden, so dass die neue keilförmige Stammscheitelzelle nun zwischen zwei (nach oben und unten geneigten) Segmenten liegen und die ganze Breite des Embryo einnehmen würde. Es wäre dies ganz genau derselbe Theilungsmodus, wie ihn Pringsheim für *Salvinia* angegeben; in diesem Stadium hätte die embryonale Stammscheitelzelle eben drei Segmente gebildet. Jetzt erst lässt Hanstein die Medianwände in der vorderen Embryohälfte auftreten, so dass nun die „drei vorderen Zellen" (Stammscheitelzelle und zweites und drittes Segment) „durch eine auf der Hauptscheidewand senkrecht stehende Theilungswand in je zwei Hälften zerlegt werden", worauf erst in der oberen Zelle (der Cotyledomutterzelle) jene Theilung Platz greift, welche zur Bildung unseres „epibasalen Gliedes" führt. In der „Stammscheitelzelle" wurde durch die Transversalwand die Mutterzelle für das zweite Blatt abgegrenzt, und in jener soll von nun an dreiseitige Segmentirung Platz greifen.

Wie also nach Pringsheim bei *Salvinia* eine Drehung der zweiseitigen Segmentirung um 90° Platz greift, soll bei *Marsilia* die zweiseitige Segmentirung in eine dreiseitige übergeführt werden.

Ich komme nach meinen Beobachtungen zu einer anderen Anschauung. Vorerst ist gewiss, dass unmittelbar nach der

Bildung der horizontalen Wände in jeder Embryohälfte sogleich die verticalen Wände (Medianwand) auftreten, so dass auch hier, so wie bei *Salvinia* und den Polypodiaceen der Embryo in Octanten zerfällt. Ja ich habe öfters gefunden, dass diese Medianwand auch vor der Transversalwand auftreten kann, in jedem Falle aber gleichzeitig mit der entsprechenden Theilung in der hinteren Embryohälfte erscheint. Nun erst folgen die Theilungen in den vier vorderen Octanten, welche zur Bildung des epibasalen Gliedes (nach Hanstein und Pringsheim des dritten Segmentes und der ersten Theilung im Cotyledo) führen.

Die ersten Theilungen im Cotyledo von *Marsilia* stimmen vollkommen mit denen im Schildchen von *Salvinia* überein; im weiteren Wachsthume findet aber der wesentliche Unterschied statt, dass bei *Marsilia* das Wachsthum zu beiden Seiten der Medianwand am stärksten ist, und der Cotyledo somit eine kegelförmige Gestalt annimmt. Das epibasale Glied in seinem dem Cotyledo angehörigen Theile betheiligt sich sehr stark an diesem Längenwachsthume (sowie es anfangs auch bei *Salvinia* stärker in die Länge wächst); sein Antheil an der Bildung des Cotyledo lässt sich auch an vorgerückteren Embryonen noch deutlich erkennen (man sehe die Hanstein'sche Fig. 2 *a*, 4 *a* und 5 auf Taf. XII), und es scheint, dass jener nur an jenen Gewebetheilen Spaltöffnungen ausbildet, welche vor diesem, aus dem epibasalen Gliede gebildeten Partien (nach der Spitze hin) gelegen sind.

Einer der beiden unter dem Cotyledo gelegenen (vorderen) Octanten bildet, wie bei *Salvinia*, den Stammscheitel, in welchem sogleich die dreiseitige Segmentirung Platz greift. Der andere Octant bildet das „zweite Blatt". Hierin liegt nun ein wesentlicher Unterschied von *Salvinia*, wo sich derselbe in der Bildung einiger Trichome erschöpft.

Da es mir auch hier nur darum zu thun ist, zur Vergleichung der Embryonen der Farne — in Bezug auf ihre ersten Entwicklungsstadien die nöthigen Daten zu bekommen, so gehe ich auf die Weiterentwicklung der vorderen Embryohälfte nicht weiter ein, und wende mich nun zur hinteren, die erste Wurzel bildenden.

Dieser „hypobasale" Theil des Embryo, ist, wie es auch die Hanstein'schen Abbildungen zeigen, schon der Anlage nach

bedeutend kleiner als der epibasale. Hanstein gibt an, dass in dem, dem Archegonhalse zugewendeten Quadranten „der oberen grösseren Wurzelzelle, an der senkrechten Mittellinie der Hauptscheidewand eine Theilungswand in schiefem Winkel ansetzt, und nach einer Seite schräg und zugleich gekrümmt bis zum Umfang läuft. Unmittelbar darnach, so dass man nicht leicht die eine ohne die andere erblickt, tritt eine zweite Wand auf. welche an der ersten unweit ihres Ursprunges ansetzend, ähnlich wie diese aber in entgegengesetzter Richtung nach der anderen Seite zieht". Da Hanstein die Transversalwand der hypobasalen Hälfte schon als erste Wurzelscheidewand (w') auffasst, so ist mit diesen Theilungen eigentlich die dreiseitig pyramidale Wurzelscheitelzelle schon gebildet. Aber auch nach Hanstein folgt nun noch die Bildung eines seitenständigen Segmentes (durch seine Wand 4), worauf erst eine Kappenzelle abgeschnitten wird.

Ich fasse auch hier die Sache anders auf. Hanstein's zweite Theilungswand der Wurzel (w_2) ist die auch in dieser Embryohälfte ausgebildete Medianwand (sowie seine „erste Wurzelscheidewand die Transversalwand dieser Hälfte ist). Mit der Bildung dieser Medianwand ist eine abweichende Entwicklung dieses wurzelbildenden Quadranten noch nicht gegeben, denn sie entsteht ganz gleichzeitig, und mit ganz gleichem Verlaufe auch in dem unteren, zum Fusse werdenden Quadranten. Ja auch die Hanstein'sche Wand w_3 bildet sich in beiden Quadranten in gleicher Weise, und es lassen sich in Oberflächenansicht in diesem Entwicklungsstadium diese beiden Quadranten von einander durchaus nicht unterscheiden. Erst mit der der Transversalwand parallelen Theilung (w_4 Hanstein's) tritt ein wesentlicher Unterschied ein, da sie nur in dem oberen Quadranten (eigentlich in dem grösseren Octanten) auftritt, während in dem unteren vorderhand nur Wände entstehen, welche den beiden früheren Theilungen parallel sind. Es verhalten sich also auch die beiden Quadranten der hypobasalen Hälfte durch längere Zeit vollkommen gleich; beide zerfallen in je einen grösseren und kleineren Octanten, und es liegen diejenigen gleicher Grösse an derselben Seite des Embryo (der Medianwand). Gerade diese gleichsinnige Richtung der Medianwände in beiden Quadranten hat mich bestimmt, darauf zu achten, ob sie nicht überhaupt als

eine Wand, das heisst, vor Bildung der Transversalwand, entstehen können, und ich habe schon oben erwähnt, dass dies manchmal in der That der Fall ist.

Die Bildung einer Wurzel in der hypobasalen Hälfte unterscheidet *Marsilia* wesentlich von *Salvinia*, wo dies nicht der Fall ist, und welche Pflanze bekanntlich wurzellos ist. Es wäre müssig, Speculationen anzustellen darüber, ob *Salvinia* überhaupt nicht zur Wurzelbildung gelangte, oder ob hier dieses Organ wieder verloren gegangen ist. Soll ich meine subjective Meinung darüber aussprechen, so wäre ich weit eher geneigt, das Erstere anzunehmen. Wie es mir scheint, spricht Vieles dafür, die Entstehung der Wurzel nicht als eine Anpassungserscheinung des Stengels aufzufassen, sondern dieselbe als eine selbstständige Differenzirung des Fusses, (das ist der hypobasalen Hälfte) anzusehen.[1] Die hypobasale Hälfte entspricht dem Fusse des Lebermoossporogons. Auch an dem letzteren sehen wir öfters eine ganz auffallende Entwicklung Platz greifen. Bei *Anthoceros* und noch mehr bei *Nothotylas* schwillt er nicht nur bedeutend an, sondern seine peripherischen Zellen wachsen zu langen, rhizoidenähnlichen Schläuchen heran, die in das umgebende Gewebe eindringen. Die Ausbildung eines Theiles dieses Fusses zur Wurzel, das ist, zu einem von aussen Nahrung aufnehmenden Organe, war ein weiterer Differenzirungsschritt, der sich vielleicht vollzog, als auch in der epibasalen Hälfte durch geeignete Differenzirung die Möglichkeit der Assimilation gegeben war. Der an der Basis des Stielchens von *Salvinia* auch später noch erkennbare Bulbus entspricht morphologisch und physiologisch dem Fusse des Lebermoossporogons, und wir werden weiters unwillkürlich zur Gleichstellung des Salviniastielchens mit dem Stiele des Sporogones geführt. Hypobasale Hälfte also, wie epibasales Glied sind im Allgemeinen hier wie dort gleich ausgebildet, und nur in der vorderen bei den Lebermoosen zum Sporogone werdenden Partien der epibasalen Hälfte hat die Differenzirung in der Weise Platz gegriffen, dass die eine Hälfte sich in anderer Weise entwickelte, als die andere. Der Cotyledo von *Marsilia*, wie das Schildchen von *Salvinia* sind nach dieser

---

[1] Man vergleiche Vouk, l. c. p. 32.

Anschauung unabhängig vom Stamme entstanden. Sie sind keine Gebilde des Stammes und dürfen nicht als Blätter bezeichnet werden.[1] Die Embryonen der Gefässcryptogamen und ebenso der Phanerogamen sind Thallome, an denen erst die weiteren Organe entstehen, und ich stimme Nägeli[2] vollkommen bei, wenn er die Cotyledonen als „Thallomlappen" bezeichnet.

Der stammbildende Octant bei *Marsilia* wie bei *Salvinia*, zeigt nicht sogleich nach seiner Anlage eine nur ihm zukommende Entwicklung, sondern verhält sich vorerst vollkommen seinem Nachbar gleich. Erst später tritt eine abweichende Entwicklung ein: Bei *Salvinia* verkümmert der letztere ganz, bei *Marsilia* bildet er das „zweite Blatt". Es verhält sich hier dieser Octant gegenüber dem stammbildenden ganz gleich, wie beide zusammen gegenüber den beiden zum Cotyledo werdenden. Diese gleiche anfängliche Entwicklung des „zweiten Blattes" und des Stammscheitels ist wohl zu beachten. Schon wenn beide Gebilde als Höcker über die Oberfläche hervorgetreten sind, sind sie nicht von einander zu unterscheiden. Aber nicht bloss in der Oberflächenansicht, sondern auch wenn man den Verlauf der Gefässbündelanlage studirt, bekommt man ganz den Eindruck einer Dichotomie, und es ist, ohne sich selbst Gewalt anzuthun, ganz unmöglich, das eine Gebilde als Seitensprossung des andern aufzufassen. Ich möchte also auch das zweite Blatt von *Marsilia* von den späteren Blättern unterscheiden. Es hat vielleicht in dem zweiten Samenlappen der Dicotylen sein Analogon.

Aus dem oben Mitgetheilten geht, so glaube ich, zur Genüge hervor, dass die Pringsheim'sche Ansicht, die noch ungetheilte Embryonalzelle als Stammscheitelzelle aufzufassen, an der die Gebilde: Stielchen und Schildchen als Seitenorgane entstehen, unhaltbar ist. Auch die Hanstein'sche Ansicht, mindestens die vordere Embryohälfte als Stammmutterzelle zu betrachten, und

[1] Dass der Cotyledo von *Marsilia* durch gleichmässige Fortbildung beider Octanten wächst, geht auch schon aus den Abbildungen Hanstein's hervor, und es wurde dies schon von Kny (Parkeriaceen) gegenüber den textlichen Ausführungen Hanstein's hervorgehoben.

[2] Bot. Zeitung. 1878, Nr. 8.

somit den Cotyledo für eine Seitensprossung aus dieser zu erklären, ist meiner Meinung nach nicht gerechtfertigt. Für die Polypodiaceen ist man seit Hofmeister gewohnt, die Differenzirung des Embryo in morphologisch verschiedene Gebilde mit der Bildung von Quadranten als vollzogen zu betrachten. Nun haben aber neuere Untersuchungen gezeigt, dass die zweite Theilungswand manchmal nicht diese wichtige morphologische Bedeutung hat. So wird bei *Ceratopteris* nach Kny[1] diese Sonderung erst nach Bildung der Octanten vollzogen, da die ersten in beiden Embryohälften auftretenden Wände diese in Theilzellen (Quadranten) zerlegen, welche nicht über, sondern neben einander liegen. Auch Vouk beobachtete, dass bei *Asplenium Shepherdi* die beiden Embryohälften in der Regel in neben einander liegende Quadranten zerfallen, also dieselben Verhältnisse Platz greifen, wie es Kny für *Ceratopteris* angibt, dass aber auch die von Hofmeister etc. angegebene Theilungsrichtung vorkommt, wornach in jeder Embryohälfte über einander gelagerte Quadranten gebildet werden.

Daraus geht hervor, dass die zweiten Theilungswände im Embryo der Polypodiaceen nicht in allen Fällen die gleiche morphologische Bedeutung haben, und dass es daher zweckmässiger ist, die Anlage der Organe nicht bis zur Bildung von Quadranten zurückzuverlegen, sondern den Embryo vielmehr bis zum Stadium der Octantenbildung als Thallom aufzufassen, an dem erst, nachdem diese Stufe erreicht, sich die Organanlage vollziehe. Welchen Sinn hätte es z. B. bei *Ceratopteris* und den ähnlichen Fällen von *Asplenium*, von der Sonderung der Organe nach Quadranten zu sprechen, man müsste denn zu der Annahme greifen, dass das Blatt vor seiner Differenzirung vom Stamme, also eigentlich bevor es noch angelegt sei, schon durch eine Medianwand getheilt werde.

Der Embryo der Farne ist bis zur Bildung der Octanten dem Embryo der Lebermoose gleichwerthig; die Differenzirung tritt erst ein, wenn diese Stufe der Entwicklung erreicht ist.

In Zusammenfassung der wichtigsten Resultate ergibt sich Folgendes:

[1] Entwicklung der Parkeriaceen. Nova Acta. XXXVII, Nr. 4.

1. Die Lage der ersten Theilungswand im Embryo von *Marsilia* ist insoweit eine ganz bestimmte von der Lage der Makrospore (und des Prothalliums) unabhängige, als sie in jedem Falle die Archegonaxe (mehr oder weniger genau) in sich aufnimmt; es ist dieselbe aber um die letztere drehbar und nimmt, sobald die Archegonaxe aus der Verticalen heraustritt, die Lage ein, dass der Embryo in zwei über einander liegende Hälften zerlegt wird (p. 6).
2. Die Embryonen von *Marsilia* und *Salvinia* gleichen bis zur Ausbildung der Octanten vollkommen den Embryonen der Polypodiaceen. Die Organe entwickeln sich nach der Anlage der Octanten; die Embryonen sind bis zu diesem Stadium Thallome.
3. Das „Stielchen“ von *Salvinia* entwickelt sich aus der stammbildenden Embryohälfte, dessen hintere (hypobasale, bei *Marsilia* und den Polypodiaceen die Wurzel bildende) hier nur als Anschwellung an der Basis des Stielchens (Bulbus) hervortritt.
4. Das „Stielchen“ entspricht also nach Anlage und Entwicklung dem Sporogonstiele der Lebermoose.
5. Der Embryo von *Salvinia* gleicht von allen Farnen dem Embryo der Lebermoose insoweit am meisten, als auch hier Bulbus und Stiel in gleicher Weise angelegt und entwickelt werden; die differente Ausbildung bezieht sich auf die „Scheiteloctanten“, die bei Lebermoosen ganz oder theilweise in die Sporogonbildung eintreten, bei *Salvinia* sich in die Bildung des „Schildchens“ und des Stammes theilen.

Erklärung der Tafel.

Die Figuren sind mit der *Camera lucida* entworfen. Vergr. 350. Fig. 1—4 von *Salvinia natans*, 5—7 von *Marsilia quadrifolia*.

Zur Vergleichung der Figuren unter einander, sei bemerkt, dass die Fig. 1 *a*, 2 *a*, 3 *a* und 4 die sich entsprechenden Ansichten von Embryonen verschiedenen Alters darstellen, und dieselben in normaler Lage (entsprechend den Pringsheim'schen Abbildungen) zeigen. Ebenso entsprechen sich die Figuren 1 *b*, 2 *b*, dann 1 *c*, 2 *d*, und 3 *b*.

Ebenso bezeichnet in allen Figuren

o..o: Die Basalwand (d. i. die erste den Embryo halbirende Theilungswand).

t..t: Die Transversalwand (meist als Quadrantenwand bezeichnet).

m..m: Die Medianwand (als Octantenwand bezeichnet, bei *Ceratopteris* nach Kny die Quadranten bildend).

e..e: Sind die ersten Theilungen in der vorderen (epibasalen) Embryohälfte; der zwischen den Wänden *o..o* und *e..e* liegende Zellencomplex ist in seiner Gänze das epibasale Glied.

Fig. 1, *a*: Seitenansicht des Embryo (es entspricht diese Figur ungefähr der Pringsheim's auf Taf. XXVIII, Fig. 3).

b: derselbe Embryo in Rückenansicht (von der oberen Prothalliumseite gesehen).

c: derselbe Embryo in Frontansicht (von vorne gesehen).

d: derselbe Embryo von rückwärts gesehen.

„ 2. Ein etwas älterer Embryo.

a: in Seitenansicht.

b: in Rückenansicht (in der Richtung des Pfeiles α).

c: in der Richtung des Pfeiles γ gesehen.

d: Frontansicht (in der Richtung des Pfeiles β).

„ 3. Ein noch älterer Embryo.

a: in Seitenansicht; *v* bedeutet hier wie in den übrigen Figuren die Mutterzelle des Stammes, respective dessen Scheitelzelle.

b: in Frontansicht.

„ 4. Ein noch älterer Embryo in Seitenansicht (ungefähr der Pringsheim'schen Figur 2 auf Tafel XXIX entsprechend).

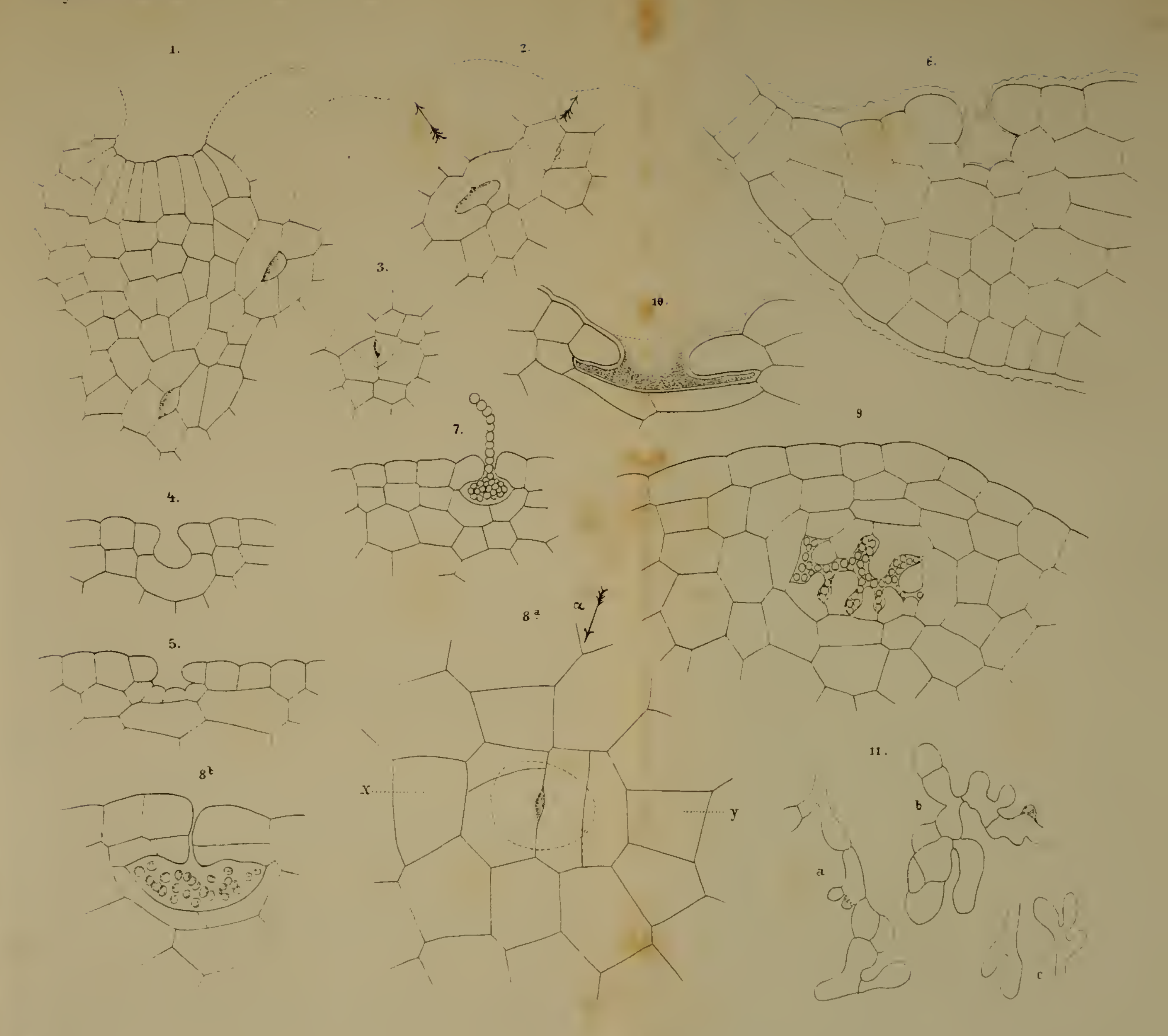
„ 5. Embryo von *Marsilia quadrifolia* in Rückenansicht.

„ 6. Ein etwas älteres Stadium.

a: in gleicher Ansicht, wie Fig. 5.

b: Ansicht auf die Unterseite. (Vergl. pag. 16 u. 17.)

„ 7. Ansicht auf die Hinterfläche eines etwas älteren Embryo (in der Richtung des Pfeiles β der Fig. 5).



Autor del. Schima lith.

Druck v. J. Wagner Wien.